

ΣΕΜΦΕ ΕΜΠ

ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ

19 Μαΐου 2007, 12 μ.μ. Διάρκεια 2,5 ώρες

Βιβλία, σημειώσεις, κινητά τηλέφωνα: κλειστά. Δίνεται επαρκές τυπολόγιο.

Διδάσκοντες: Η. Κατσούφης (Α - Α), Ε. Φωκίτης (Μ - Ω)

Τα θέματα είναι ισοδύναμα. Γράψτε 4 από τα 5. Επιλογή μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου}.

Θέμα 1^ο Σώμα μάζας m είναι προσδεμένο σε οριζόντιο ελατήριο σταθεράς s , του οποίου το άλλο άκρο είναι σταθερό. Το σώμα υφίσταται οριζόντια εξωτερική μεταβαλλόμενη δύναμη $F_0 \cos(\omega t)$ κατά μήκος της διεύθυνσης του ελατηρίου.

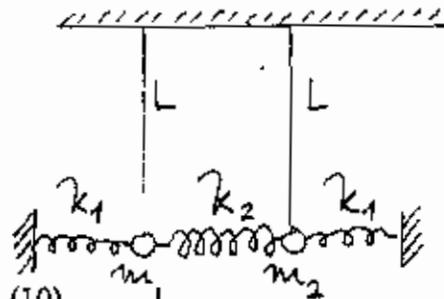
α) Αν οι τριβές με το δάπεδο είναι αμελητέες, βρείτε την εξάρτηση από το ω του πλάτους ταλάντωσης $C(\omega)$ και της διαφοράς φάσης $\phi(\omega)$ της απομάκρυνσης από τη φάση της εξωτερικής δύναμης. (12)

β) Όταν υπάρχει δύναμη απόσβεσης, $r dx/dt$, όπου r ο συντελεστής απόσβεσης, τότε στη μόνιμη κατάσταση προκύπτει ότι η στιγμιαία απομάκρυνση και ταχύτητα είναι (να μη τα αποδείξετε) $x(t) = (F_0/\omega Z_m) \sin(\omega t - \phi)$ και $v(t) = (F_0/Z_m) \cos(\omega t - \phi)$, αντίστοιχα, όπου Z_m η σύνθετη μηχανική αντίσταση του συστήματος. i) Για ποιά συχνότητα ω_0 , η ταχύτητα αποκτά μέγιστο πλάτος v_{max} και πόσο; ii) Βρείτε μία έκφραση για την υχνότητα ω_{max} , για την οποία το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης στη μόνιμη κατάσταση γίνεται μέγιστο. (13)

Θέμα 2^ο Το σύστημα του σχήματος αποτελείται από δύο σώματα με ίσες μάζες, $m_1 = m_2 = m$, συζευγμένες με ελατήρια σταθεράς $k_1 = k$ και $k_2 = 2k$, ενώ το μήκος των εκκρεμών είναι ίσο με L . Στη θέση ισορροπίας τα ελατήρια δεν είναι παραμορφωμένα. Για μικρές μετατοπίσεις x_1 και x_2 στο επίπεδο του σχήματος:

α) Γράψτε τη διαφορική εξίσωση κίνησης κάθε σώματος. (10)

β) Υπολογίστε τις ιδιοσυχνότητες ταλάντωσης του συστήματος. (15)

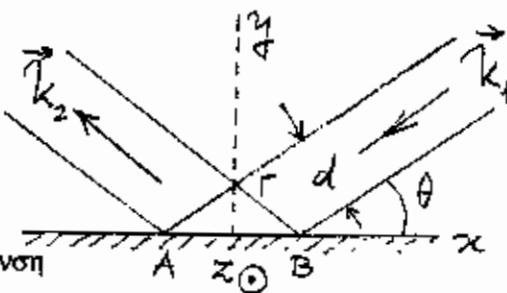


Θέμα 3^ο Δέσμη αρμονικού επιπέδου ΗΜ κύματος έχει τετραγωνική διατομή διαστάσεων d , διαδίδεται στο κενό και προσπίπτει συνεχώς σε τελείως ανακλαστική επιφάνεια υπό γωνία θ ως προς αυτή. Το κύμα έχει συχνότητα ω , πλάτος ηλεκτρικού πεδίου E_0 και είναι γραμμικά πολωμένο κάθετα στο επίπεδο του σχήματος.

α) Δείξτε ότι το μαγνητικό πεδίο \mathbf{B} είναι κάθετο στη διεύθυνση του κυματοδιανύσματος \mathbf{k} . (5)

β) Σχεδιάστε τα διανύσματα \mathbf{B} και \mathbf{E} κάποια χρονική στιγμή σε τυχόν μέτωπο των δύο δεσμών. Πόση ενέργεια περιέχεται σε μήκος l m της κάθε δέσμης; (5)

γ) Θεωρήστε την περιοχή ΑΒΓ όπου συνυπάρχουν οι δύο δέσμες. Βρείτε όλα τα σημεία του χώρου όπου μηδενίζεται διαρκώς το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο. (15)



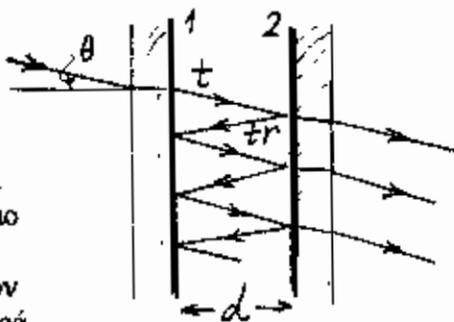
Θέμα 4^ο Α) Δέση επίπεδου φωτεινού κύματος ατμών νατρίου προσπίπτει κάθετα σε πέτασμα με σχισμή εύρους $d=50 \mu\text{m}$. Το φως είναι σύνθετο με μήκη κύματος $\lambda_1=589.0$ και $\lambda_2=589.7 \text{ nm}$.

α) Σε ένα πέτασμα που βρίσκεται απέναντι από το πρώτο και σε απόσταση 4 cm παρατηρούμε τις εικόνες περίθλασης της σχισμής. Πόση είναι η απόσταση του πρώτου ελαχίστου (μετά το κεντρικό μέγιστο) που οφείλεται στο λ_1 από το αντίστοιχο πρώτο ελάχιστο που οφείλεται στο λ_2 ; (5)

β) Στην εικόνα περίθλασης για $\lambda= 589.0 \text{ nm}$, να βρείτε τη γωνιακή θέση του πρώτου πλευρικού μεγίστου της έντασης, αφού δικαιολογήσετε τον τρόπο εντοπισμού των γωνιακών θέσεων των μεγίστων. Πόσος είναι ο λόγος των εντάσεων του πρώτου πλευρικού μεγίστου προς το κεντρικό; (10)

Β) Τα φώτα ενός αυτοκινήτου απέχουν μεταξύ τους περίπου 1.2 m. Το αυτοκίνητο βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση και πλησιάζει με αναμμένα φώτα ένα παρατηρητή στο σκοτάδι. Σε πόση απόσταση του αυτοκινήτου ο παρατηρητής, που έχει διάμετρο κόρης ματιού $D=5 \text{ mm}$, θα αρχίσει να διακρίνει τα δύο αναμμένα φώτα; Το αυτοκίνητο είναι εφοδιασμένο με λάμπα νατρίου που εκπέμπει σε μήκος κύματος $\langle \lambda \rangle = 589.35 \text{ nm}$. (10)

Θέμα 5^ο Ένα συμβολόμετρο Fabry-Pérot αποτελείται από δύο γυάλινα παράλληλα πλακίδια που έχουν τις αντιμέτωπες επιφάνειες επιχρισμένες, ώστε να έχουν υψηλό συντελεστή ανάκλασης πλάτους, r , η καθεμία. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός μήκους κύματος λ και μοναδιαίου πλάτους προσπίπτει στο αριστερό πλακίδιο υπό γωνία θ ως προς την κάθετο, διέρχεται από αυτό με συντελεστή διάδοσης πλάτους t και εισέρχεται στον μεταξύ των πλακιδίων κενό χώρο. Εκεί υφίσταται σειρά διαδοχικών ανακλάσεων στις οποίες εν μέρει διαδίδεται από το δεύτερο πλακίδιο, με συντελεστή διάδοσης t' .



α) Υπολογίστε τη διαφορά φάσης δ μεταξύ δύο διαδοχικών ακτίνων που εξέρχονται από το πλακίδιο 2. (10)

β) Με τη βοήθεια ενός φακού οι διαδιδόμενες ακτίνες συμβάλλουν. Δείξτε ότι το ολικό προκύπτον πλάτος A σε κάποιο σημείο είναι

$$A = T e^{ikx} / (1 - R e^{-i\delta}), \text{ όπου } T = t t', R = r^2 \text{ και } \omega \text{ η κυκλική συχνότητα του φωτός. (15)}$$

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x, \quad f(x + \Delta x) = f(x) + \frac{df}{dx} \Big|_x \Delta x + \frac{1}{2!} \frac{d^2 f}{dx^2} \Big|_x (\Delta x)^2 + \dots$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}, \quad \sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$2 \cos^2 \alpha = \cos 2\alpha + 1, \quad R = \alpha \frac{\sin(N \delta/2)}{\sin(\delta/2)}, \quad \cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots$$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots, \quad f \cdot \Delta(\sin \theta) = n \Delta \lambda = \frac{\lambda}{N}, \quad f \sin \theta = n \lambda$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}, \quad ds = \left[1 + \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right)^2 \right]^{1/2} dx, \quad v_g = \frac{d\omega}{dk}, \quad v = \frac{\omega}{k}$$

$$u(\vec{r}, t) = \frac{1}{2} \epsilon_0 \vec{E}^2 + \frac{1}{2\mu_0} \vec{B}^2, \quad I = cu, \quad c_0 = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}, \quad |\vec{E}_0| = c |\vec{B}_0|$$

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \cos[\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \phi], \quad \frac{\vec{B}}{B} = \frac{\vec{k}}{k} \times \frac{\vec{E}}{E}, \quad \vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

$$\vec{B} = \mu \vec{H}, \quad I \propto 4E_0^2 \cos^2 \left[\frac{k}{2} (x_2 - x_1) \right], \quad F = -T \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

$$I(\theta) = I_0 \frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta}, \quad \beta = \pi f \frac{\sin \theta}{\lambda}, \quad -\mu \frac{\partial H_y}{\partial t} = \frac{\partial E_x}{\partial x}$$

$$I(\theta) = I_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2}, \quad \alpha = \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda}, \quad Z_m = \sqrt{r^2 + (\omega m - \frac{s}{\omega})^2}$$

$$I(\theta) = \tilde{I}_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} \cdot \frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta}, \quad \Delta \theta = \frac{\lambda}{d}, \quad \Delta \phi = \frac{2\pi}{\lambda} 2nt \cos \theta$$

$$Z_2 = \sqrt{Z_1 Z_3}, \quad \vec{P} = \frac{W}{c} \hat{z}, \quad 1 + a + a^2 + \dots = \frac{1}{1-a}, \quad |a| < 1$$

$$f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx), \quad a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos(nx) dx$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin(nx) dx$$

$$v^2 = 1/L_0 C_0, \quad \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} = L_0 C_0 \frac{\partial^2 I}{\partial t^2}, \quad R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}, \quad T = \frac{2Z_1}{Z_1 + Z_2}$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho/\epsilon_0, \quad \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \vec{B} = 0, \quad \nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$